

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN REY BALDUINO DE BÉLGICA

**IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO ELÉCTRICO AUTOGENERADO
PARA LA DESCARGA DE MATERIAL CRIOGENIZADO EN
CAMIONES CISTERNA DE LA EMPRESA LINDE GROUP**

Trabajo de Titulación para optar al título
de Técnico Universitario en
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.

Alumno: Matías Osorio Ramírez.

Profesor Guía: Iván Acencio.

Concepción, Chile

2018

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que estuvieron en este largo e importante proceso, familiares, polola, amigos, docentes, y en especial a mis padres que nunca perdieron la fe en mí y que sin ellos no hubiera logrado este objetivo. También a THNOspa, que permitió realizar esta implementación.

RESUMEN

El presente documento detalla el procedimiento para la implementación de un tablero eléctrico, para un camión cisterna que transporta líquidos criogenizados, y de esta manera realizar una descarga con mayor grado de autonomía, seguridad y permitiendo al sistema llegar a las temperaturas de funcionamiento.

Este tablero será llamado autogenerado debido a que se encuentra montado en la parte inferior del tráiler del camión un generador de excitación que permite alimentar al sistema sin depender de conexiones externas. Esta implementación será llevada a cabo en la empresa Linde Group específicamente en la subdivisión Linde gas, planta generadora ubicada en AV. Lo Boza, comuna de Renca, Santiago Chile.

En primera instancia se describirá el proceso de la generación y distribución de este tipo de gases industriales, posteriormente se dará a conocer cómo se llevará a cabo esta implementación, ya sea desde el diseño, descripción de elementos utilizados, montaje, la integración de equipos existentes y finalmente se exhibirá los planos y diseños desarrollados.

ÍNDICE

1. IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO ELÉCTRICO AUTOGENERADO PARA LA DESCARGA DE MATERIAL CRIOGENIZADO EN CAMIONES CISTERNA DE LA EMPRESA LINDE.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.3 OBJETIVO GENERAL.	2
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.5 ALCANCE.....	3
2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 DEFINICIONES	5
2.1.1 CRIOGENIA.....	5
2.1.2 ADIABÁTICO.....	5
2.1.3 LICUEFACCIÓN	5
2.1.4 EFECTO DE JOULE-THOMSON.....	5
2.1.5 CARL VON LINDE	6
2.1.6 VOLTAJE	6
2.1.7 PRESIÓN	6
2.1.8 AUTOMATIZACIÓN	6
2.2 SISTEMAS DE CONTROL	7
2.3 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO Y LAZO CERRADO....	8
2.3.1 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO	8
2.3.2 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO	9
2.3.3 COMPARACIÓN SISTEMA DE CONTROL LAZO ABIERTO/CERRADO.....	10
2.4 TIPOS DE CONTROL.....	11
2.4.1 CONTROL TODO O NADA (ON - OFF)	11

2.4.2	CONTROL PROPORCIONAL, INTEGRAL DERIVATIVO (PID) .	12
2.4.3	ACCIÓN PROPORCIONAL.....	12
2.4.4	ACCIÓN INTEGRAL	13
2.4.5	ACCIÓN DERIVATIVA.....	13
2.5	SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (DCS).....	13
2.5.1	INTERFAZ DE PROCESO	14
2.5.2	INTERFAZ DE OPERADOR	15
2.5.3	VÍA DE DATOS	15
2.6	COMUNICACIÓN INDUSTRIAL	15
2.6.1	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.....	16
2.6.2	BUSES DE CAMPO.....	16
2.6.3	PROFINET.....	17
2.7	SEGURIDAD INTRÍNSECA	17
2.8	VÁLVULA DE SOLENOIDE.....	18
2.9	PROBLEMÁTICA AMBIENTAL (POLUCIÓN)	18
3.	LINDE.....	21
3.1	LINDE GROUP.	21
3.1.1	LINDE ENGINEERING.....	21
3.1.2	LINDE GAS.....	21
3.2	HISTORIA	22
3.3	GASES INDUSTRIALES.....	23
3.3.1	GASES EN EL AMBIENTE	23
3.4	MÉTODOS SEPARACIÓN DEL AIRE	24
3.4.1	ASU (AIR SEPARATION UNIT).....	24
3.4.2	ITM (ION TRANSPORT MEMBRANE)	25
3.4.3	PSA (PRESSURE SWING ADSORPTION)	26
3.4.4	TSA (TEMPERATURE SWING ADSORPTION).....	27

3.5	LICUEFACCIÓN DEL AIRE.....	28
3.6	DESTILACIÓN DEL AIRE PROCESO LINDE	29
3.6.1	ETAPAS DE SEPARACIÓN DEL AIRE CRIOGÉNICO.	29
3.6.2	COMPRESIÓN DEL AIRE.....	29
3.6.3	ENFRIAMIENTO Y PURIFICACIÓN DEL AIRE.....	29
3.6.4	INTERCAMBIO DE CALOR A BAJA TEMPERATURA.....	29
3.6.5	ENFRIAMIENTO Y COMPRESIÓN INTERNA DEL PRODUCTO. 30	
3.6.6	RECTIFICACIÓN CRIOGÉNICA DEL AIRE.	30
3.6.7	RECTIFICACIÓN CRIOGÉNICA DEL ARGÓN.....	30
3.7	GASES	31
3.7.1	CARACTERÍSTICAS DEL OXIGENO	31
3.7.2	CLASIFICACIÓN DE LOS GASES.....	31
3.8	CLASIFICACIÓN SEGÚN SUS PROPIEDADES QUÍMICAS.	32
3.8.1	GASES INFLAMABLES.....	32
3.8.2	GASES NO INFLAMABLES.	33
3.8.3	GASES REACTIVOS.....	33
3.8.4	GASES TÓXICOS.....	34
3.9	CLASIFICACIÓN SEGÚN SUS PROPIEDADES FÍSICAS.....	34
3.9.1	GASES COMPRIMIDOS.....	35
3.9.2	GASES LICUADOS.....	35
3.9.3	GASES CRIOGÉNICOS.	35
3.9.4	GASES DISUELTOS A PRESIÓN.....	36
3.10	COMPATIBILIDAD DE MATERIALES.....	36
3.10.1	MATERIALES CERTIFICADOS PARA TRABAJAR CON LÍQUIDOS CRIOGÉNICOS.....	36
3.11	TRANSPORTE DE GASES CRIOGÉNICOS.	37

3.11.1	CAMIÓN CISTERNA.....	37
4	IMPLEMENTACIÓN.....	40
4.1	REQUERIMIENTO DE LINDE.....	40
4.2	ESTÁNDARES GLOBALES	40
4.2.1	FILTROS DE MONEL.....	40
4.2.2	PARADAS DE EMERGENCIA Y APAGADO.....	41
4.2.3	PERDIDA DE FLUJO EN BOMBA DE TRANSFERENCIA (LOP).....	41
4.2.4	PROTECCIÓN DE ENFRIAMIENTO EN BOMBA DE TRANSFERENCIA.....	42
4.2.5	SISTEMA DE FRENO DEL TRÁILER	43
4.2.6	FLOW MOTOR.....	43
4.2.7	PROCEDIMIENTO DE DESCARGA CON BOMBA.....	43
4.2.8	TOMAS DE LLENADO EN TANQUES Y TRAILERS.	44
4.2.9	UTILIZACIÓN DE ISOS EN OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE LÍQUIDOS.....	44
4.3	LÍNEA PERMISIVA O DE SEGURIDAD	44
4.3.1	FUNCIONAMIENTO	44
4.3.2	LUCES PILOTO DISPONIBLES	45
4.3.3	CONTROL DE ACELERACIÓN.....	45
4.4	LISTADO DE PUNTOS	46
4.4.1	ENTRADAS PLC.....	46
4.4.2	SALIDAS PLC.....	47
4.5	EQUIPAMIENTO PRINCIPAL	47
4.5.1	PLS.....	47
4.5.2	ZSH	48
4.5.3	PDLS	48
4.5.4	PT100.....	49

4.5.5	PLC SIEMENS S7-1200.....	50
4.5.6	LOVATO PMW-70	50
4.5.7	NOVUS N-1500.....	51
4.5.8	MULTIPLICADOR DE VELOCIDAD MSM SAM-10V	52
4.5.9	GENERADOR TRIFÁSICO	53
4.5.10	BOMBA CENTRIFUGA CRYOSTAR CBSL 155	55
4.6	LISTADO DE MATERIALES	56
4.7	FALENCIAS	58
4.8	MEJORAS.....	58
	COMENTARIOS.....	60
	CONCLUSIONES.....	61
	BIBLIOGRAFÍA.....	63
	LINKOGRAFÍA.....	64
	ANEXOS	65
	PLANOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2- 1 Diagrama de bloques de un sistema de control.	8
Figura 2- 2 Diagrama de bloques de un control de lazo abierto.	9
Figura 2- 3 Diagrama de bloques de un control de lazo cerrado.	10
Figura 2- 4 Arquitectura básica de un sistema de control distribuido (DCS).	14
Figura 3- 1 Composición del aire.	24
Figura 3- 2 Método ASU.	25
Figura 3- 3 Metodo ITM.	26
Figura 3- 4 Metodo PSA	27
Figura 3- 5 Licuefacción del aire.	28
Figura 3- 6 Señales De Advertencia.	31
Figura 3- 7 Camión Cisterna.	37
Figura 4- 1 Switch indicador de presión	47
Figura 4- 2 Sensor Inductivo.....	48
Figura 4- 3 Switch diferencial de presión	49
Figura 4- 4 PT100	49
Figura 4- 5 PLC Siemens S7-1200	50
Figura 4- 6 Lovato PMW-70.....	51
Figura 4- 7 NOVUS 1500.....	51
Figura 4- 8 Montaje multiplicador de RPM.....	52
Figura 4- 9 Multiplicador de RPM.....	53
Figura 4- 10 Montaje generador.....	54
Figura 4- 11 Placa de características generador.....	54
Figura 4- 12 Bomba Criogénica.....	55
Figura 4- 13 Placa de características bomba criogénica	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2- 1 Comparación sistema de control de lazo abierto y de lazo cerrado.....	11
Tabla 2- 2 Sistemas de control ON – OFF	12
Tabla 4- 1 Entradas PLC	46
Tabla 4- 2 Salida PLC	47
Tabla 4- 3 Listado materiales	57

CAPÍTULO I

IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO ELÉCTRICO AUTOGENERADO PARA LA DESCARGA DE MATERIAL CRIOGENIZADO EN CAMIONES CISTERNA DE LA EMPRESA LINDE GROUP.

1. IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO ELÉCTRICO AUTOGENERADO PARA LA DESCARGA DE MATERIAL CRIOGENIZADO EN CAMIONES CISTERNA DE LA EMPRESA LINDE

1.1 INTRODUCCIÓN.

Linde gas es una de las principales empresas a nivel mundial dedicada a la generación y distribución de gases industriales principalmente, Argón (AR), Nitrógeno (N), Dióxido de Carbono (Co2), Oxígeno (O2), entre otros.

Desde hace un tiempo atrás la flota de camiones cisterna de Linde se está actualizando, agregando mejoras y nuevas funciones que permitan disminuir los tiempos de descarga del sistema y aumentar la seguridad de personas y equipos.

Hoy en día en la casa matriz se encuentra el camión cisterna llamado Villarrica, en el cual se llevará a cabo la integración de un tablero eléctrico de prueba, que permitirá realizar una descarga con mayor grado de autonomía y seguridad, con el fin de evaluar factibilidad, funcionabilidad y desempeño bajo este tipo de condiciones de proceso y poder llegar a implementar a nivel nacional y luego latinoamericano

En el primer capítulo se darán a conocer la descripción de problema objetivos y alcances.

En el segundo capítulo se pondrá en conocimiento diversos conceptos de manera introductoria, que permitan comprender de manera más concisa lo que se realizará en este proyecto.

En el tercer capítulo se exhibirá los distintos tipos de separación de los gases, además del proceso que realiza Linde para destilar los gases, se informará acerca de transporte, uso y almacenamiento de los gases criogénico. Por última instancia en el capítulo cuatro se especificará la manera en que se realizó la implementación, estándares, levantamiento de señales, seguridad, falencias, listado de materiales, mejoras y a manera de finalizar se exhibirán las conclusiones y comentarios también, planos y anexos para comprender lo implementado de manera más gráfica.

Este trabajo dará a conocer el proceso de cómo se generan y distribuyen este tipo de gases, generando un sistema que permita realizar la descarga de una manera más eficiente y segura. Reduciendo lo más posible la intervención humana y creando así un entorno más seguro de trabajo para los operadores y equipos en este tipo de procesos.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

La carga y descarga hoy en día se realiza de manera manual con un operador que abre y cierra válvulas, permitiendo la recirculación del material criogenizado, hasta que ya no se genere humedad y se establezca la presión y temperatura dentro del estanque y cañerías, permitiendo así una descarga segura y sin complicaciones al cliente.

1.3 OBJETIVO GENERAL.

Implementar un tablero eléctrico autogenerado que permita la descarga con mayor grado de autonomía de material criogenizado en camiones de la empresa Linde Group.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Describir proceso de generación y transporte de gases criogenizados.
- Realizar levantamiento de equipos existente.
- Diseñar disposición de elementos planos circuito de fuerza, control y conexionado.

- Implementar seguridad correspondiente para el correcto funcionamiento del proceso.

1.5 ALCANCE.

Implementar un tablero eléctrico que permita realizar la descarga con un mayor grado de autonomía, considerando las variables de proceso y de seguridad pertinentes.

Solo se tendrá control sobre la electroválvula X3 que es la principal encargada de la descarga.

Se realizará la digitalización del control en la pantalla HMI dispuesta para tal efecto.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2 MARCO TEÓRICO

2.1 DEFINICIONES

2.1.1 CRIOGENIA

Práctica o técnica que utiliza muy bajas temperaturas Real Academia Española. [1]

El prefijo “crio” proviene del griego Kryos que significa extremadamente frío y genea significa nacimiento. Es la ciencia dedicada a la producción de gases, con temperaturas entre -100 y -273 grados centígrados. [2]

2.1.2 ADIABÁTICO

Dicho de un recinto: Que no permite el intercambio térmico entre su interior y el exterior. [1]

2.1.3 LICUEFACCIÓN

Conversión de un gas en líquido por compresión a muy bajas temperaturas. [1]

2.1.4 EFECTO DE JOULE-THOMSON

En física, el efecto de Joule-Thomson o efecto Joule-Kelvin es el proceso en el cual la temperatura de un sistema disminuye o aumenta al permitir que el sistema se expanda libremente manteniendo la entalpía constante.

2.1.5 CARL VON LINDE

Científico alemán que a través del efecto Joule-Thomson, logro enfriar un gas hasta llegar a licuarlo actualmente se utiliza este proceso, en las plantas de Linde.

2.1.6 VOLTAJE

El voltaje aplicado en un circuito eléctrico es la “presión” ejercida para poner al sistema en movimiento y “causar” el flujo de carga o corriente a través del sistema eléctrico. Una analogía mecánica del voltaje aplicado es la presión aplicada al agua en una fuente. El flujo de agua resultante a través del sistema es equivalente al flujo de carga a través de un circuito eléctrico. Sin la presión aplicada por el grifo, el agua simplemente se asentará en la manguera, de la misma forma que los electrones un alambre de cobre no cuentan con una dirección general sin un voltaje aplicado. [4]

2.1.7 PRESIÓN

La presión es una fuerza por unidad de superficie y puede expresarse en unidades tales como pascal, bar, atmosferas, kilogramos por centímetro cuadrado y psi (libras por pulgada cuadrada). En el sistema Internacional (S.I) está normalizada en pascal de acuerdo con las conferencias generales de pesas y medidas. [3]

2.1.8 AUTOMATIZACIÓN

La automatización industrial, consiste en aplicar distintos tipos de tecnologías en un mismo sistema, con el objetivo de controlar y monitorear un proceso, maquina o dispositivo que regularmente cumple funciones repetitivas, permitiendo que opere de forma automática y reduciendo la intervención humana. [3]

Antiguamente la operación de procesos se ejercía utilizando un control manual sobre las variables, para esto se usaban instrumentos simples como; manómetros, termómetros, válvulas manuales, etc. Este tipo de control era suficiente, ya que los

procesos eran simples. No obstante, con el paso del tiempo, los procesos han ido desarrollando con mayor complejidad, exigiendo una mayor automatización por medio de instrumentos de medición y control de mayor tecnología, lo que ha permitido liberar al personal de campo, de sus funciones de actuación física directa en la planta, a cambio de una labor de supervisión y vigilancia de los procesos, desde un centro de control. [3]

2.2 SISTEMAS DE CONTROL

Con el desarrollo industrial, debido a la máquina de vapor, la automatización fue el primer objetivo de los ingenieros. El automatizar un proceso de fabricación traía como consecuencia aumentar la producción y calidad. Entonces los sistemas de producción pasaron a ser automatizados. Naciendo la teoría de sistemas de control alrededor de 1920.

Un Sistema de Control es un conjunto de elementos interrelacionados entre sí que permite comandar, regular o dirigir a otro sistema o a si mismo dinámicamente y pueden ser de lazo o bucle abierto o bien de lazo o bucle cerrado. [5]

Cuando se desea automatizar o controlar un sistema, en primera instancia se estudia el proceso y variables a controlar, normalmente estas variables nos abren la interrogante ¿Qué deseamos controlar? y ¿Cómo se controlarán o supervisaran?, estas preguntas abren un abanico de posibilidades, ya sean valores de entrada o salida con las variables ya definidas se puede empezar a desarrollar un proyecto, y de esta manera se obtienen los valores esperados mediante la instalación y/o configuración de equipos diseñados para manipular y adquirir señales de terreno. Algunas variables, Por ejemplo; temperatura, voltaje, velocidad, posición, corriente, presión. etc. (fig. 2-1)

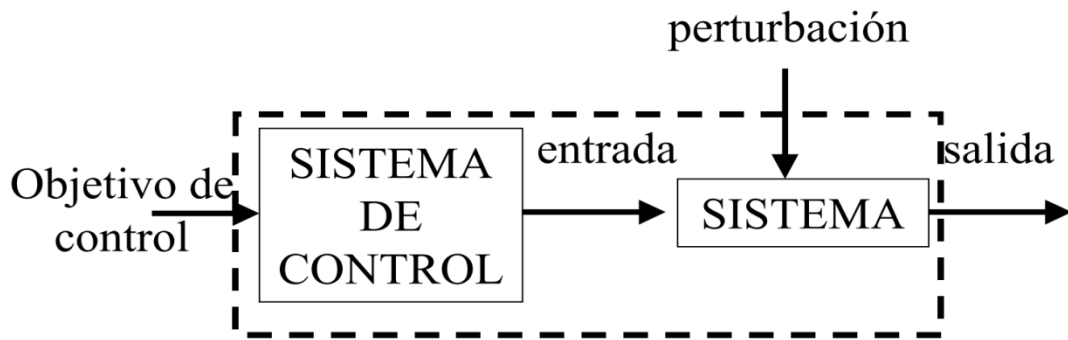


Figura 2- 1 Diagrama de bloques de un sistema de control.

2.3 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO Y LAZO CERRADO

2.3.1 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO

En un sistema de control de lazo abierto, la salida no se mide ni se realimenta para compararla con la entrada, ya que la salida no tiene efecto sobre la señal o acción de control. El controlador puede ser una computadora, así como un microprocesador, y la exactitud del sistema depende de la calibración. Cabe destacar que cualquier sistema de control que actúa sobre una base de control de tiempo (temporizador), es un sistema de lazo abierto. Debido a su simplicidad y economía, cuenta con un amplio campo de aplicaciones no críticas. Un buen ejemplo de este tipo de control son las lavadoras de ropa automáticas. Las variables de entrada y salida son el grado de suciedad con que entra la ropa y el grado de limpieza con que sale respectivamente. Para efectuar el lavado se programan una serie de operaciones de tiempo fijo (lavado, enjuague, centrifugado, etc.) que son la calibración de la máquina. Transcurridas todas las operaciones, la lavadora entrega la ropa con un cierto grado de limpieza, sin comparar esta variable de salida con la variable de entrada. Sin embargo, si un operador maneja la máquina de modo, que repite las operaciones de lavado hasta conseguir un grado de limpieza de la ropa prefijado, el sistema ya no es más de lazo abierto. [9]

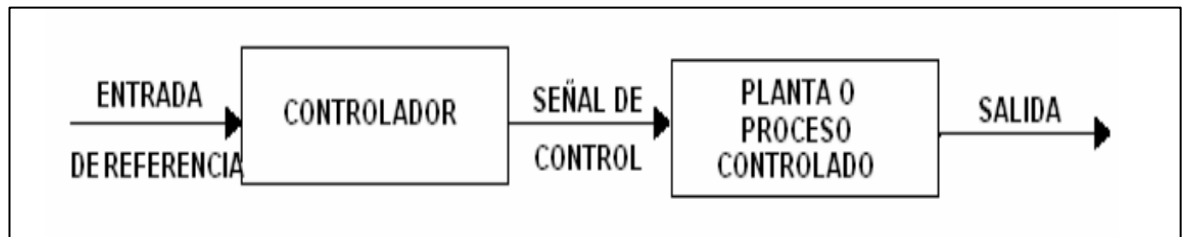


Figura 2- 2 Diagrama de bloques de un control de lazo abierto.

2.3.2 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO

Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control, por lo tanto, se le considera como sistema de control realimentado. En estos sistemas de control, la salida o señal controlada, debe ser comparada con la entrada de referencia, y se debe enviar una señal o acción de control, proporcional a la diferencia entre la entrada y la salida a través del sistema, para disminuir el error y corregir la salida. La diferencia entre la señal de entrada y la señal de salida se la denomina señal de error del sistema; esta señal es la que actúa sobre el sistema con el fin de llevar la salida a un valor deseado. En otras palabras, el término lazo cerrado implica el uso de acción de realimentación negativa para reducir el error del sistema.

Un ejemplo sería el alumbrado público, el cual debe mantener un nivel mínimo de iluminación en las calles, al menor costo. Para lograrlo se pueden proponer dos soluciones: la primera consiste en encender los focos del alumbrado a la hora en que comúnmente empieza a oscurecer, y apagarlos al amanecer. En este sistema, la entrada (cambio de posición del interruptor) es independiente de la salida (cantidad de luz en la calle). Este mecanismo puede acarrear dificultades, ya que la hora en que empieza a aclarar, varían de acuerdo con las estaciones del año. La otra solución, más efectiva, consiste en instalar un dispositivo (foto celda, fototransistor, etc.) para detectar la cantidad de iluminación y de acuerdo con esto, encender o apagar el alumbrado público. En este caso, la entrada (cantidad óptima de luz en las calles) se compararía

con la salida (cantidad de luz real en las calles) a los efectos de que la señal de error generada accione o no el interruptor de luz. [10]

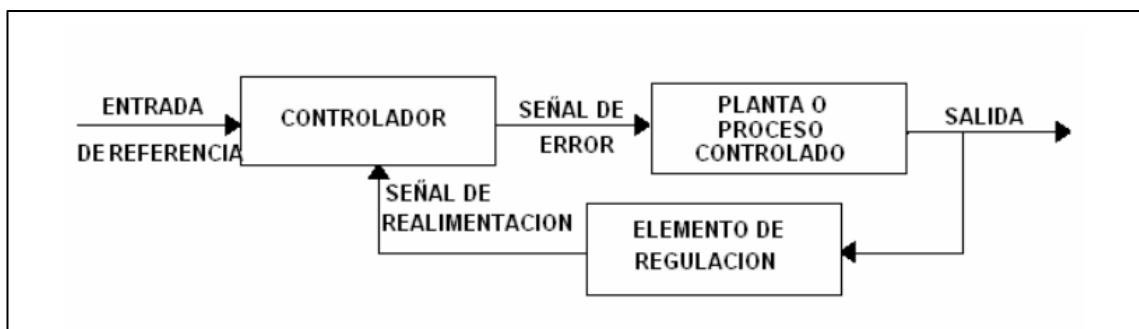


Figura 2- 3 Diagrama de bloques de un control de lazo cerrado.

2.3.3 COMPARACIÓN SISTEMA DE CONTROL LAZO ABIERTO/CERRADO

Si se habla de estabilidad, un sistema de control de lazo abierto es más fácil de desarrollar, debido a que la estabilidad del sistema no es un problema importante.

No obstante, la estabilidad es un gran problema en el sistema de control en lazo cerrado, que puede conducir a corregir en exceso errores que producen oscilaciones de amplitud constante o cambiante. Una ventaja del sistema de control en lazo cerrado es que el uso de la realimentación vuelve la respuesta del sistema relativamente insensible a las perturbaciones externas y a las variaciones internas en los parámetros del sistema.

Es así posible usar componentes menos precisos y más económicos para obtener el control adecuado de una planta determinada, lo que sería imposible en el caso de un sistema en lazo abierto. [2]

Comparación sistema de control de lazo abierto y de lazo cerrado		
Conceptos	Lazo abierto	Lazo cerrado
Realimentación	Depende de la experiencia del operador.	Tiene lazo de realimentación, es decir la entrada tiene información de la salida.

Perturbaciones	No corrige el efecto de las perturbaciones ni los cambios de carga.	Corrige el efecto de las perturbaciones.
Precisión/Exactitud	No tiene precisión ni exactitud.	Es más preciso y exacto que el lazo abierto.
Instalación/Mantenimiento	Fácil instalación y mantenimiento	Su instalación es más compleja que la del sistema de lazo abierto.
Costo	Bajo costo.	Mayor costo que lazo abierto.

Tabla 2- 1 Comparación sistema de control de lazo abierto y de lazo cerrado

2.4 TIPOS DE CONTROL

En los sistemas industriales, se emplea básicamente una combinación de los siguientes sistemas de control:

- De dos posiciones (todo-nada).
- Flotante.
- Proporcional de tiempo variable.
- Proporcional.
- Proporcional + integral.
- Proporcional + derivada.
- Proporcional + integral + derivada.

2.4.1 CONTROL TODO O NADA (ON - OFF)

El controlador ON-OFF, es el sistema de control más básico. Este envía un pulso de activación cuando la señal de entrada es menor que un nivel de referencia (definido previamente) o viceversa, según lo requiera el proceso. Por lo tanto, su campo de aplicaciones es reducido. Este tipo de control se caracteriza por trabajar con un ciclo continuo de variación de la variable controlada y sus ajustes de control se basan en variar el punto de consigna. [3]

Sistemas de control ON – OFF	
Ventajas:	Desventajas:
Es la forma más simple de control.	Mínima precisión.
Bajo precio de instalación.	Desgaste del elemento final de control.
Fácil instalación y mantenimiento.	Poca calidad con el producto terminado
Amplia utilización en procesos de poca precisión.	No recomendable para procesos de alto riesgo

Tabla 2- 2 Sistemas de control ON – OFF

2.4.2 CONTROL PROPORCIONAL, INTEGRAL DERIVATIVO (PID)

Un control PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control genérico sobre una realimentación de lazo cerrado, es ampliamente utilizado en la industria para el control de sistemas. El PID es un sistema en el que ingresa el valor de un error, calculado a partir de la salida deseada menos la salida obtenida y su salida es utilizada como entrada en el sistema que queremos controlar. El controlador intenta minimizar el error ajustando la entrada del sistema.

Este tipo de control viene determinado por tres parámetros: el proporcional, el integral y el derivativo.

2.4.3 ACCIÓN PROPORCIONAL

La respuesta proporcional es la base de los tres modos de control, si los otros dos, control integral y control derivativo están presentes, éstos son sumados a la respuesta proporcional. “Proporcional” significa que el cambio presente en la salida del controlador es algún múltiplo del porcentaje del cambio en la medición.

Este múltiplo es llamado “ganancia” del controlador. Para algunos controladores, la acción proporcional es ajustada por medio de tal ajuste de ganancia, mientras que para otros se usa una “banda proporcional”. Ambos tienen los mismos propósitos y efectos.

2.4.4 ACCIÓN INTEGRAL

La acción integral da una respuesta proporcional a la integral del error. Esta acción elimina el error en régimen estacionario, provocado por el modo proporcional. Por lo tanto, se obtiene un mayor tiempo de establecimiento, una respuesta más lenta y el periodo de oscilación es mayor que en el caso de la acción proporcional.

2.4.5 ACCIÓN DERIVATIVA

La acción derivativa da una respuesta proporcional a la derivada del error (velocidad de cambio del error). Añadiendo esta acción de control a las anteriores se disminuye el exceso de sobre oscilaciones.

2.5 SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (DCS)

El control distribuido es un sistema jerarquizado en varios niveles, con uno o varios microprocesadores controlando las variables que están repartidas por la planta, conectados, por un lado, a las señales de los transmisores de las variables y, por el otro, a las válvulas de control. La filosofía de estos controles es distribuir el riesgo de fallo (limitando sus consecuencias) agrupando los instrumentos de tal forma que los diversos estados de operación, reserva y espera que puedan adoptar los microprocesadores de control disminuyan la probabilidad de la ocurrencia de dos o más fallos simultáneos. El primer "control distribuido" para la industria apareció en noviembre de 1975 (TDC 2000 de Honeywell). [8].

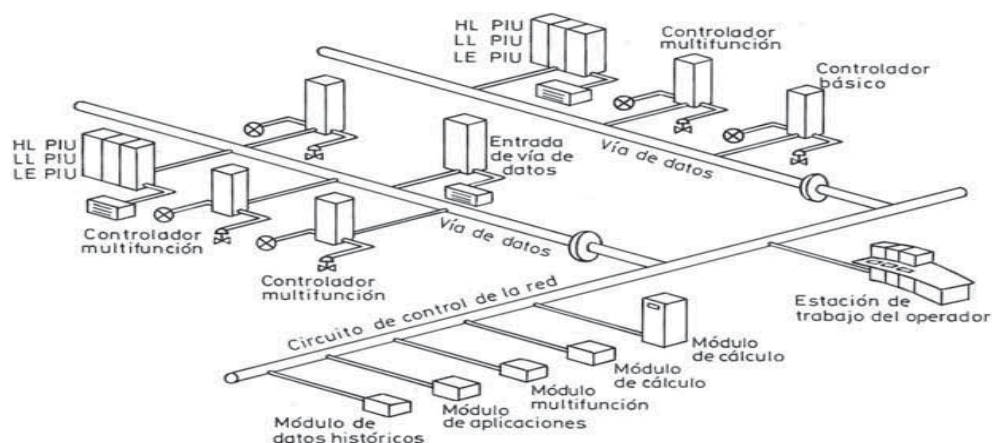


Figura 2-4 Arquitectura básica de un sistema de control distribuido (DCS).

De forma simplificada, un Sistema de Control Distribuido (DCS), consta de tres elementos fundamentales:

- Interfaz al Proceso.
- Interfaz al Operador.
- Vía de datos.

2.5.1 INTERFAZ DE PROCESO

Suele haber dos tipos de equipos para realizar la interfaz con el Proceso. Uno de ellos, denominado habitualmente controlador, se dedica al procesamiento de lazos de control con entrada, procedente de elementos de medida, y salida hacia elementos finales, mientras que otro módulo se dedica al procesamiento de entradas que no necesitan realizar funciones de control, tal como indicaciones. Entre los últimos suele haber equipos especializados en determinados tipos de entradas, siendo el más habitual el que procesa temperaturas, conocido como multiplexor. Algunos módulos del sistema tienen la posibilidad de programación adicional en lenguajes de alto nivel (Basic, Fortran o lenguajes especializados), con posibilidad de acceso directo a los parámetros de los bloques de control. Esta particularidad da una potencia considerable a los equipos, sobre todo si se va a realizar Control Avanzado. [4]

2.5.2 INTERFAZ DE OPERADOR

El sistema proporciona un medio de supervisar y manipular las Unidades de Proceso desde la Sala de Control, a través de una Consola de Operación. Esta consola hace la función de interfaz entre el operador y las Unidades. Todas las pantallas se encuentran unidas con los armarios de centro a través de la vía de datos o vía de comunicación. [5]

2.5.3 VÍA DE DATOS

El sistema dispone de una vía principal para comunicación de datos y otra de reserva. Cada vía está compuesta por un cable coaxial y toda la electrónica asociada, por donde fluye la comunicación a lo largo de todos los elementos del sistema de control. Ante un fallo en la vía principal, automáticamente entre la de reserva, sin afectar al control de la pantalla. [6]

2.6 COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Las comunicaciones entre los instrumentos de proceso y el sistema de control se basan en señales analógicas neumáticas (0,2-1 bar), electrónicas de 4-20 mA c.c. y digitales, siendo estas últimas capaces de manejar grandes volúmenes de datos y guardarlos en unidades históricas. En áreas remotas o de difícil acceso tienen cabida los transmisores sin hilos típicamente de presión, señales acústicas y temperatura que transmiten sus medidas a un aparato base de radio conectado a un sistema de control o de adquisición de datos. La exactitud de las señales digitales es de unas 10 veces mayor que la señal clásica de 4-20 mA c.c. En lugar de enviar cada variable por un par de hilos (4-20 mA c.c.), transmiten secuencialmente las variables a través de un cable de comunicaciones llamado bus, el cual indica el transporte secuencial de señales eléctricas que representan información codificada de acuerdo con un protocolo. Los fabricantes de sistemas de comunicaciones empezaron con sus propios sistemas llamados propietarios, es decir sin que fuera posible intercambiar sus aparatos con los

de otros fabricantes. Sin embargo, han llegado por lógica a fabricar sistemas abiertos, debido a la demanda del mercado.

2.6.1 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. En la mayoría de las empresas existen islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), en estos casos las redes y los protocolos de comunicación Industrial son indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso. Gracias a los microprocesadores en la industria ha sido posible su integración a redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones
Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo

- Buses de campo
- Redes LAN
- Redes LAN-WAN

2.6.2 BUSES DE CAMPO

Un bus de campo es un sistema de transmisión de datos que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos, permitiendo la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso. El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4-20mA o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión. Varios grupos han intentado generar e imponer una

norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un bus de campo universal. Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son: HART, Profinet, Fieldbus Foundation, Modbus, entre otros.

2.6.3 PROFINET

Profinet es un protocolo de comunicación industrial estándar abierto para la automatización basado en industrial ethernet, también especifica las funciones para la realización de una solución total desde la instalación hasta el diagnóstico basado en la web, gracias a su estructura modular Profinet puede ampliarse fácilmente con funciones futuras, además permite integrar de forma directa los sistemas con bus de campo. Los componentes de industrial ethernet y estándar ethernet puedan utilizarse conjuntamente, aunque los equipos de industrial ethernet sean más robustos y, por consiguiente, más apropiados para el uso industrial (temperatura, ip, seguridad).

2.7 SEGURIDAD INTRÍNSECA

Existen numerosas industrias con atmósferas peligrosas que contienen gases o vapores inflamables y que presentan un riesgo de explosión. Entre las mismas se encuentran químicas, petroquímicas, alimenticia, farmacéutica, minería, plásticos y servicios generales.

Los instrumentos eléctricos y electrónicos instalados en estas atmósferas están obligados a utilizar técnicas especiales de protección que incluyen el aislamiento de la atmósfera explosiva mediante encapsulación, la utilización de material antideflagrante (capaz de confinar una explosión en su interior), la presurización (con purga de aire, impidiendo que la atmósfera pueda ingresar dentro del instrumento y/o el empleo de instrumentos neumáticos), el aislante pulverulento en el que se sumerge el material eléctrico bajo tensión, la inmersión en aceite (encapsulándolos para aislarlos de la atmósfera), la seguridad aumentada (adopta medidas para impedir la existencia de cualquier tipo de arco o chispa) y la seguridad intrínseca (admite la existencia de

descargas y utiliza un circuito incapaz de producir chispas eléctricas que tengan la suficiente energía para la ignición de la mezcla gas-aire).

La seguridad intrínseca se puede definir como el equipo y cableado que es incapaz de liberar suficiente energía eléctrica o térmica en condiciones normales o anormales, que cause la ignición de una mezcla atmosférica específica peligrosa, en su concentración de más fácil ignición.

2.8 VÁLVULA DE SOLENOIDE

La válvula de solenoide o electroválvula es un dispositivo utilizado para controlar el flujo de un líquido a su paso por una tubería. Consiste en dos partes básicas, el solenoide y la válvula. El solenoide es una bobina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica para accionar, normalmente, la válvula desde la posición cerrada a la abierta, es decir, en ausencia de alimentación eléctrica la válvula está cerrada mediante un muelle y, al excitar el solenoide, se abre (acción directa) por atracción del émbolo unido al obturador. La válvula también puede ser normalmente abierta (acción inversa), es decir que pasa a la posición de abierta, mediante un muelle, ante el fallo de la alimentación eléctrica. Para una máxima seguridad, la válvula de solenoide está continuamente excitada; de este modo, si falla la corriente, la válvula de control pasa a la posición de seguridad. La bobina puede accionar directamente la válvula o bien puede hacerlo a través de una válvula piloto secundaria, en cuyo caso, la energía necesaria la suministra la presión del propio fluido.

2.9 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL (POLUCIÓN)

Se trata de la contaminación ambiental que provocan ciertas sustancias y desechos. La polución, en este sentido, genera múltiples problemas para la naturaleza y para todos los seres vivos.

Lo habitual es que la polución sea provocada por la acción del ser humano. Las actividades que realizan las personas suelen acarrear una huella ambiental; es decir, dejan su marca en el planeta. Si una industria, en el marco de su proceso productivo, genera emanaciones de gases contaminantes, estará causando polución. Quienes vivan en los alrededores de la fábrica en cuestión pueden sufrir diversos problemas de salud debido al contacto con esos gases.

A gran escala, la polución es señalada como la responsable de diversas alteraciones ambientales que amenazan la vida en la Tierra. Los científicos afirman que, debido a la polución que existe en la atmósfera (provocada por las emanaciones de los vehículos, la actividad industrial, etc.), se produce el llamado efecto invernadero que lleva al calentamiento del planeta.

CAPITULO III

LINDE

3. LINDE.

Multinacional de origen alemán con diversos rubros ya sea la generación de gases, diseños de ingeniería de plantas químicas y manufactura de equipos de almacenamiento vertical (grúas horquilla)

3.1 LINDE GROUP.

Conocida también como Linde AG es una empresa alemana Linde AG se divide en dos divisiones corporativas.

3.1.1 LINDE ENGINEERING.

Se encarga del diseño y de la construcción de plantas químicas para la producción de alquenos y gases industriales como el oxígeno, nitrógeno, argón, hidrógeno, monóxido de carbono y el gas licuado del petróleo (GLP) Fabricante de gases industriales fundada en 1879.

3.1.2 LINDE GAS.

Linde Gas: Es un proveedor de una alta variedad de gases industriales y gases de uso médico. Estos gases son almacenados en depósitos cilíndricos presurizados, en forma licuada en cilindros transportados por camiones cisterna o mediante gasoductos. Los gases industriales de Linde se comercializan bajo las marcas AGA, BOC, Afrox y PanGas, mientras que los gases de uso médico son distribuidos por las marcas Linde Gas Therapeutics, AGA Medical, INO Therapeutics, Linde Homecare, Farmadomo y Life Gas.

3.2 HISTORIA

El 21 de junio de 1879, el empresario e inventor alemán Carl von Linde fundó la empresa Gesellschaft für Lindes Eismaschinen Aktiengesellschaft (al español: Compañía de heladeras de Linde Sociedad Anónima) con el propósito de desarrollar técnicas de refrigeración mecanizada para la conservación de alimentos y producción de bebidas alcohólicas.

Al conseguir éxito en este mercado, Von Linde continuó el desarrollo de sistemas de refrigeración y en 1895 patentó el descubrimiento del ciclo Linde-Hampson para la licuefacción de gases. Una de sus primeras instalaciones para la separación de gases fue establecida en la localidad de Höllriegelskreuth, cerca de Múnich en 1903.

En 1906, los ingenieros de la fábrica de Linde desarrollaron procedimientos para la separación de los constituyentes del gas de agua, dando lugar a la producción de hidrógeno y de monóxido de carbono.

Carl von Linde consiguió el control absoluto de su empresa en 1929 y ésta empezó el desarrollo y fabricación de motores y tractores. Desde la década de 1950 en adelante, Linde AG comenzó la producción de maquinarias como carretillas elevadoras y cosechadoras.

Linde AG en la década del 2000 ha realizado dos adquisiciones de importancia. La primera empresa adquirida fue la empresa sueca AGA AB en 2003 y la segunda fue la compañía británica The BOC Group en 2006, ambas fabricantes de gas industrial. Desde ese entonces, el nombre de Linde AG cambió su nombre a The Linde Group. Gases

Los gases industriales se utilizan en casi todas las ramas de la industria, del comercio, de las ciencias y de la investigación de todos los continentes. Estos servicios y productos de gas de uso medicinal y farmacéutico permiten a los profesionales de la salud brindar tratamientos terapéuticos óptimos.

3.3 GASES INDUSTRIALES

Linde Industrial Gases produce y distribuye oxígeno de gas atmosférico, nitrógeno y argón, que se fabrican en sus plantas de separación de aire. También ofrece diversos componentes que varían desde hidrógeno, acetileno, monóxido de carbono y de carbono, hasta gases de protección para aplicaciones de soldaduras, gases nobles, mezclas de gas de calibración, gases de alta pureza y mezclas de gas contenidas en el programa de gases especiales. Además, desarrollan y distribuyen procedimientos y sistemas de aplicación de gas en todo el mundo en diversos centros de aplicación tecnológica. También brindan servicios de soporte integral y equipamiento técnico.

3.3.1 GASES EN EL AMBIENTE

Licuidos del aire atmosférico obtenidos por la destilación del aire. (fig.3- 1)

- Aire líquido.
- Nitrógeno líquido.
- Oxígeno líquido.
- Argón líquido.
- Hidrogeno líquido.
- Helio líquido.

		vol %	Boiling point [°C]
N ₂	Nitrogen	78.08	-195.8
O ₂	Oxygen	20.95	-183.0
Ar	Argon	0.93	-185.9
He	Helium	0.005	-268.9
Ne	Neon	0.0018	-246.1
Kr	Krypton	0.00011	-153.2
Xe	Xenon	0.000009	-108.0

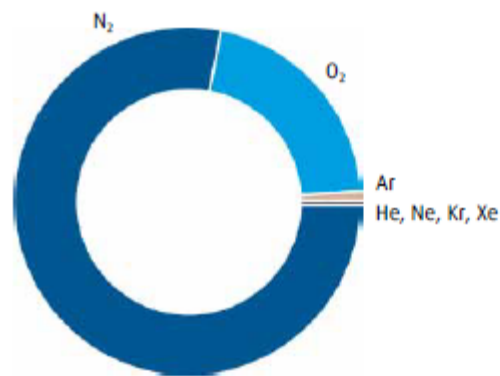


Figura 3- 2 Composición del aire.

3.4 MÉTODOS SEPARACIÓN DEL AIRE

Existen diversas formas y métodos para separar el aire y así obtener los gases de manera independiente y pura, en Linde se utiliza el método de Carol Von Linde (método Linde) para enfriar y licuar los gases. A continuación, se describirán algunos de los más comunes para realizar esta separación.

3.4.1 ASU (AIR SEPARATION UNIT)

Se trata de una unidad basada en una destilación criogénica. Realiza la separación del aire mediante una licuefacción a muy bajas temperaturas (-300°F).

El aire se comprime a la entrada, se enfría y se depura. Posteriormente atraviesa la columna de doble presión, obteniéndose nitrógeno por la parte superior y oxígeno por la inferior.

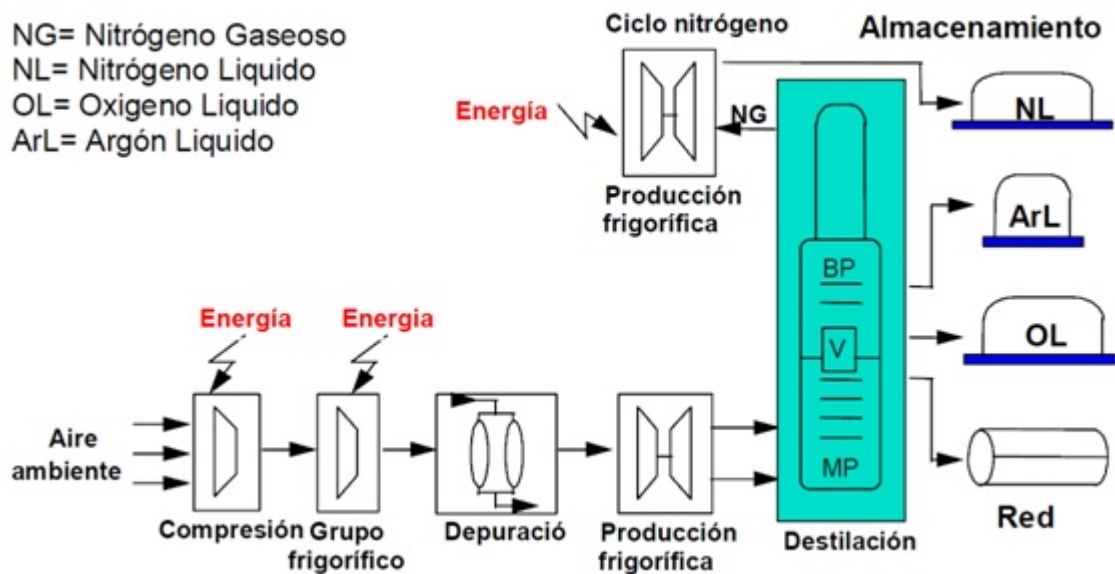


Figura 3- 3 Método ASU.

El nitrógeno se separa a una presión de 6 bar aproximadamente en la primera columna y posteriormente es condensado a más baja presión, aproximadamente 1,2 bar. Estas dos columnas se encuentran una encima de la otra.

Una vez realizada la separación, el nitrógeno y el oxígeno son comprimidos hasta la presión necesaria para su entrega. Actualmente, es la técnica más utilizada para la obtención de O₂ de elevada pureza para la separación de CO₂ mediante oxicombustión.

3.4.2 ITM (ION TRANSPORT MEMBRANE)

Posee una gran capacidad de separación del oxígeno debido al material utilizado (CaTiO₃), con una selectividad elevada. Este material realiza la separación del oxígeno del aire a altas temperaturas en un proceso electroquímico.

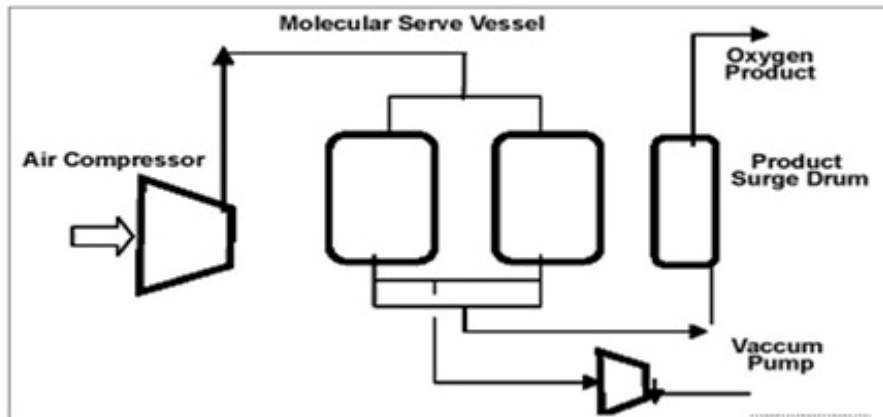


Figura 3- 5 Método PSA

Los procesos PSA se basan en el hecho de que los gases tienden a ser atraídos hacia superficies o adsorbidos cuando se encuentran bajo presión, es decir, cuanto mayor es la presión, más gas es adsorbido y cuando la presión se reduce el gas es liberado. El aire es conducido hacia el lecho adsorbente, donde el nitrógeno es adsorbido sobre el lecho y se obtiene una corriente rica en oxígeno.

Con el paso de los años han ido apareciendo materiales capaces de realizar esta función. Materiales porosos con grandes superficies específicas son potencialmente aplicables. Los poros de estos materiales son los encargados de dejar pasar ciertas moléculas en función de su tamaño realizando de este modo la separación.

Otra de las alternativas propuestas consiste en realizar un vacío de presión para regenerar el adsorbente, VPSA (Vacuum Pressure Swing Adsorption). Tecnología a la cual se puede obtener el máximo rendimiento de la adsorción, aumentando la eficiencia y reduciendo costes en la compresión del aire alimentado.

La baja presión del aire a la entrada en combinación con la alta eficiencia en el proceso de vacío aplicado en la desorción permite la simplificación de los equipos requeridos para completar el proceso.

3.4.4 TSA (TEMPERATURE SWING ADSORPTION).

Se trata de una técnica utilizada para regenerar un lecho de adsorbente que está saturado de alguna impureza del gas a tratar. Si en la PSA se modificaba la presión

para facilitar la liberación del gas, en este caso se utiliza la temperatura. Con esta técnica se aprovecha la capacidad de ciertos materiales adsorbentes de captar gases a moderadas temperaturas y liberarlos cuando la temperatura supera los 120°C. De este modo, permite separar un gas de una mezcla de gases. Existen algunas razones para elegir esta alternativa antes que la PSA, como, por ejemplo:

- Presiones por debajo de 4 bar.
- Menores costes de operación frente a la PSA.
- Posibilidad de alcanzar mayores purezas.

3.5 LICUEFACCIÓN DEL AIRE

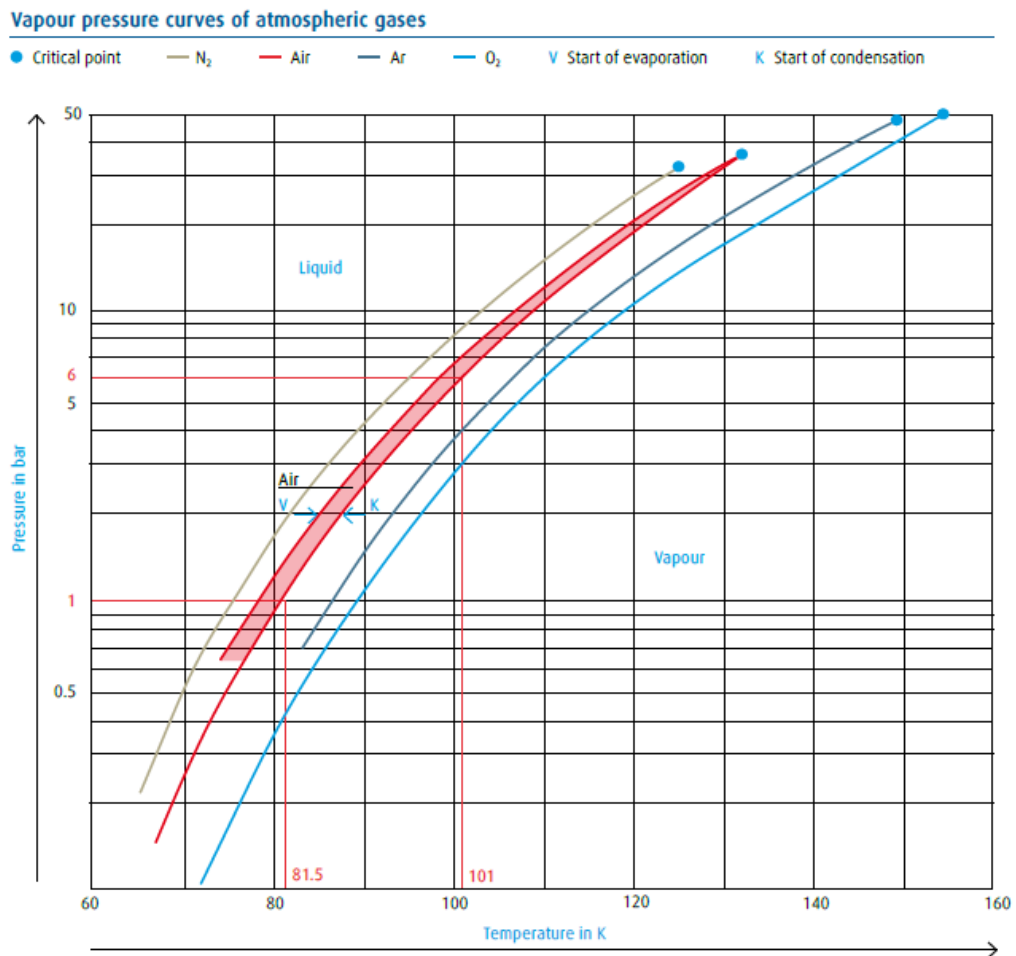


Figura 3- 6 Licuefacción del aire.

3.6 DESTILACIÓN DEL AIRE PROCESO LINDE

El proceso Linde de destilación cuenta con diversas etapas que serán detalladas a continuación.

3.6.1 ETAPAS DE SEPARACIÓN DEL AIRE CRIOGÉNICO.

Procedimiento de separación de aire criogénico para la producción de oxígeno puro gaseoso y nitrógeno con compresión interna, la producción de oxígeno líquido, nitrógeno líquido y argón líquido:

3.6.2 COMPRESIÓN DEL AIRE.

La Compresión del aire ambiente se realiza mediante un turbo compresor de varias etapas con intercoolers a una presión de aproximadamente. 6 bares. Se procede a la eliminación de las partículas de polvo por un filtro de aire mecánico, en la entrada del compresor.

3.6.3 ENFRIAMIENTO Y PURIFICACIÓN DEL AIRE.

Se realiza el enfriamiento del aire ya filtrado mediante agua en un enfriador de contacto directo y esto a su vez elimina las impurezas de aire solubles. Se procede con el aire ya filtrado a un intercambiador de temperatura en el cual mediante nitrógeno residual que se hace circular por este intercambiador y se produce el enfriamiento del aire ya comprimido. Además, se realiza la eliminación de CO₂, vapor de agua e hidrocarburos del aire de proceso en absorbedores de tamices moleculares cargados / regenerados periódicamente.

3.6.4 INTERCAMBIO DE CALOR A BAJA TEMPERATURA.

El enfriamiento del aire de proceso en se realiza en los intercambiadores de calor hasta casi la temperatura de licuefacción por medio de contracorriente con gas de nitrógeno residual procedente del proceso de rectificación.

3.6.5 ENFRIAMIENTO Y COMPRESIÓN INTERNA DEL PRODUCTO.

Compactación adicional de un flujo secundario de aire de proceso por un compresor de refuerzo de aire. Expansión y producción en frío de la corriente de aire potenciada en una turbina de expansión. Expansión y licuefacción de un flujo lateral del aire potenciado en un separador de líquidos. Evaporación y calentamiento a temperatura ambiente del producto bombeado de oxígeno y nitrógeno en intercambiadores de calor de alta presión.

3.6.6 RECTIFICACIÓN CRIOGÉNICA DEL AIRE.

Pre-separación del aire refrigerado y licuado dentro de la columna de presión en líquido enriquecido con oxígeno en el sumidero de columna y gas nitrógeno puro en la parte superior de la columna. Licuefacción del gas nitrógeno puro en el condensador / re-hervidor contra el oxígeno en ebullición en el sumidero de la columna de baja presión. El nitrógeno licuado proporciona el reflujo para la columna de presión y (después de enfriamiento parcial) para la columna de baja presión.

Separación adicional en la columna de baja presión del líquido enriquecido en oxígeno dentro de la columna de baja presión en oxígeno puro en el sumidero y gas residual de nitrógeno en la parte superior.

3.6.7 RECTIFICACIÓN CRIOGÉNICA DEL ARGÓN.

El gas enriquecido con argón de la columna de baja presión se transforma en argón bruto exento de oxígeno mediante separación dentro de la columna de argón crudo.

El bombeo de retorno de oxígeno líquido desde el sumidero de columna de argón crudo a la columna de baja presión. Eliminación del nitrógeno restante en la columna de argón puro.

Estas etapas se pueden apreciar de manera más gráfica en el **ANEXO**

3.7 GASES

3.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL OXIGENO

Gas incoloro e inoloro, muchos materiales pueden arder en condiciones de sobre-oxígeno que no lo hacen en contacto normal con el aire. Reduce el punto de temperatura de ebullición e incrementa la velocidad de combustión.

3.7.2 CLASIFICACIÓN DE LOS GASES

Para poder encasillar en una clasificación todos los tipos de gases, debemos tener en cuenta unos denominadores comunes que reflejen las propiedades químicas y físicas.



Figura 3- 7 Señales De Advertencia.

3.7.3 CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO. SEGÚN NORMAS:

- EC C&L-EU GHS (global harmonized system).
 - R-PHRASES.
 - R8- Contacto con material combustible puede causar fuego.
 - H-SATATEMENTS
 - Gas comprimido-
 - H280-Contiene gas bajo presión puede explotar si es calentado.
 - H281-Contiene gas criogénico puede causar quemaduras o daños.
 - H270-Puede causar o intensificar el fuego, oxidación.
-
- Punto de ebullición 1.013 bar [°C] –182.98 at 14.5 psi, [°F] –297.

3.8 CLASIFICACIÓN SEGÚN SUS PROPIEDADES QUÍMICAS.

En lo que se refiere a los gases, las propiedades químicas son las más importantes, ya que son las que reflejan la capacidad de reaccionar químicamente con otras materias produciendo subproductos potencialmente peligrosos o grandes cantidades de calor.

3.8.1 GASES INFLAMABLES.

Se considera gas inflamable, a cualquier gas que pueda arder en condiciones normales de oxígeno en el aire. La combustión de los gases inflamables en el aire está sujeta a las mismas condiciones que los vapores de los líquidos inflamables; es decir, cualquier gas inflamable, entrará en combustión sólo dentro de ciertos límites de composición de la mezcla de Gas-Aire (límites de inflamabilidad o combustibilidad) y a una cierta temperatura necesaria para iniciar la reacción (temperatura de ignición). Aunque los vapores de los líquidos inflamables y los gases inflamables muestran idénticas características de combustión, el término Punto de Inflamación, prácticamente no tiene significado en lo que se refiere a los gases. El Punto de

inflamación es básicamente la temperatura en la que un líquido inflamable produce suficiente cantidad de vapores para que se produzca la combustión. Dicha temperatura, está siempre por debajo de su punto de ebullición normal.

El gas inflamable se encuentra normalmente a una temperatura superior a la de su punto de ebullición normal, incluso cuando se transporta en estado líquido, y, por lo tanto, está a una temperatura muy superior a la de su Punto de inflamación.

Un ejemplo, serían, el Butano, Hidrógeno, Acetileno, etc., que son gases, que arden, no son respirables, y que pueden formar mezclas explosivas con el aire.

3.8.2 GASES NO INFLAMABLES.

Son los que no arden en ninguna concentración de aire o de oxígeno. Sin embargo, muchos de estos gases sí pueden mantener la combustión de otras materias, o, al contrario, otros tienden a sofocarla. Los que mantienen la combustión, se llaman generalmente oxidantes, y están formados por mezclas de oxígeno con otros gases como Helio, Argón, etc.

Entre los gases que no mantienen la combustión y que generalmente se llaman gases inertes, los más comunes son el Nitrógeno, Argón, Helio, Bióxido de carbono y Bióxido de azufre. También es cierto, que algunos metales pueden reaccionar vigorosamente en atmósferas de Nitrógeno o Bióxido de carbono, como por ejemplo el Magnesio.

3.8.3 GASES REACTIVOS

Como la mayor parte de los gases pueden estar destinados a reaccionar químicamente con otras sustancias bajo ciertas condiciones, el término gas reactivo se emplea para distinguir los gases que reaccionan con otras materias o con sí mismos, produciendo grandes cantidades de calor o productos de reacción potencialmente peligrosos, mediante una reacción distinta de la combustión y bajo condiciones de iniciación razonablemente previsibles (calor, impacto, etc.). Un ejemplo de gas altamente reactivo es el Flúor, que reacciona con prácticamente todas las sustancias orgánicas e inorgánicas a temperaturas y presiones normales, y

generalmente a suficiente velocidad como para producir llamas. Otro ejemplo es la reacción del Cloro (clasificado como gas no inflamable) con el Hidrógeno (gas inflamable), que también puede producir llamas.

Varios gases pueden reaccionar químicamente con ellos mismos cuando se les somete a condiciones fácilmente previsible de calor e impacto, incluida la exposición al fuego, con producción de grandes cantidades de calor, como son el Acetileno, el metilacetileno, el Propano-dieno y el Cloruro de Vinilo. Estos gases se encuentran generalmente en recipientes mezclados con otras sustancias para su transporte y almacenamiento; a veces se conservan en recipientes especiales para estabilizarlos contra posibles iniciadores de reacción.

3.8.4 GASES TÓXICOS.

Ciertos gases pueden representar cierto riesgo para las personas si se liberan en la atmósfera. En esta categoría se incluyen los que resultan venenosos o irritantes al inhalarlos o al entrar en contacto con la piel, tales como el Cloro, el Sulfuro de hidrógeno, bióxido de azufre, Amoniac o el Monóxido de carbono. La presencia de tales gases puede complicar seriamente las medidas de lucha contra incendios si los bomberos están expuestos a su acción.

3.9 CLASIFICACIÓN SEGÚN SUS PROPIEDADES FÍSICAS.

Estas propiedades tienen gran importancia para la protección y lucha contra incendios, puesto que afectan al comportamiento físico de los gases, tanto mientras permanecen en sus recipientes como cuando se liberan accidentalmente. Por su naturaleza, los gases deben estar totalmente encerrados en recipientes para su transporte, manipulación y almacenamiento hasta el momento de su empleo. Por cuestiones de economía práctica y facilidad de empleo, es necesario que los gases se envasen en recipientes que contengan la mayor cantidad posible de gas, lo cual tiene como resultado la adopción de medidas para aumentar la presión de los gases hasta el

punto de que el transporte sea licuado en muchas ocasiones, y pocas veces sea únicamente en fase gas.

Esta situación puede ser confusa para muchas personas, pero es necesario hacer tal distinción para aplicar las prácticas de prevención y lucha contra incendios.

3.9.1 GASES COMPRIMIDOS.

Se le llama gas comprimido, a aquel gas que a temperatura normales y bajo presión dentro de un recipiente conserva su estado gaseoso. Serían aquellos gases o mezclas de gases, cuya temperatura crítica es menor o igual a -10°C .

3.9.2 GASES LICUADOS.

Es el que a temperaturas normales y bajo presión, se presenta en fase líquida y parcialmente en fase gas. La presión depende fundamentalmente de la temperatura del líquido. Son aquellos cuya temperatura crítica sea mayor o igual a -10°C .

3.9.3 GASES CRIOGÉNICOS.

Llamamos gases criogénicos a aquellos gases que para mantenerlos licuados en el interior de su envase debemos proporcionarle unas temperaturas muy por debajo de las temperaturas normales, generalmente por encima de su punto de ebullición a temperatura y presión normales, y a presiones proporcionalmente bajas o moderadas.

La principal razón de esta diferencia respecto al gas licuado, es que el gas criogénico no puede mantenerse indefinidamente en el recipiente que lo contiene debido a que éste no puede impedir la penetración del calor de la atmósfera, que tiende continuamente a elevar su presión hasta un nivel que puede llegar a exceder la resistencia de cualquier tipo de recipiente.

Son aquellos gases cuya temperatura de ebullición a presión atmosférica es inferior a -40°C .

3.9.4 GASES DISUELTOS A PRESIÓN.

Éste sería el caso de transporte cuyo representante sería el Acetileno. El acetileno, es un gas que no podemos presurizar si no está en unas condiciones muy especiales. Necesita de un envase relleno de una masa porosa, en la cual se le añade Acetona, y en el momento de realizar la carga de acetileno, éste se disuelve con la Acetona y se distribuye en los poros de la masa porosa interior.

Lo característico de estos gases es que no se conservan en estado libre, sino que se disuelven en otro medio, en general a causa de su reactividad.

3.10 COMPATIBILIDAD DE MATERIALES.

3.10.1 MATERIALES CERTIFICADOS PARA TRABAJAR CON LÍQUIDOS CRIOGÉNICOS.

- PVC.
- ALUMINIO.
- Buna® (Goma De Nitrilo).
- BRASS METAL.
- CAUCHO.
- ACERO AL CARBONO.
- COBRE.
- KEL-F(POLÍMERO).
- MONEL (NÍQUEL COBRE)).
- NEOPRENO (POLÍMERO SINTÉTICO).
- NYLON (POLÍMERO SINTÉTICO).
- POLIETILENO.
- ACERO INOXIDABLE.
- TEFLÓN (POLÍMERO SINTÉTICO).
- VITON (TERMO POLÍMERO)

3.11 TRANSPORTE DE GASES CRIOGÉNICOS.

3.11.1 CAMIÓN CISTERNA.

Los gases criogénicos, son gases licuados procedentes de la destilación fraccionada del aire, que se transportan y almacenan como líquidos a temperaturas por debajo de los -101°C . Los más comunes son el Nitrógeno, Oxígeno, Flúor, metano, etc.

Los tanques de almacenamiento de gran capacidad son del tipo de doble pared, siendo en el interior de acero inoxidable austenítico o acero al 95 de níquel y el exterior de acero al carbono, sirviendo de intercámara como elemento aislante, con o sin vacío en el interior de la misma, logrando así un aislamiento térmico adecuado que mantiene el líquido a temperaturas próximas al punto de ebullición.

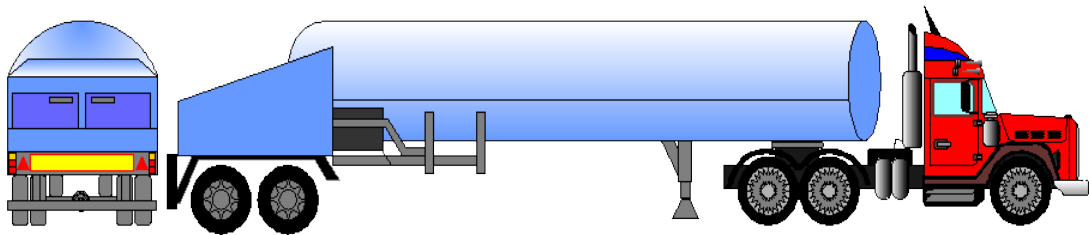


Figura 3- 8 Camión Cisterna.

El control de presión dentro de los tanques está garantizado mediante registradores continuos, válvulas de alivio y discos de rotura, que impiden que la presión suba por encima de la máxima presión de trabajo del tanque.

El transporte se realiza en cisternas del tipo de doble pared con aislamiento de alto vacío en la intercámara, que, además, está rellena de perlita, un super aislamiento para mantener un adecuado aislamiento térmico. El líquido se mantiene a temperaturas lo más bajas posibles para mantener la presión de trabajo a 2 Kg/cm^2 aunque pueden encontrarse suministros a alta presión que pueden llegar a los 18 Kg/cm^2 .

En el caso de un sobrecalentamiento exterior, para prevenir la ruptura de la cisterna por aumento de la presión, las cisternas criogénicas incorporan válvulas de sobrepresión y discos de rotura. Al actuar estas válvulas, únicamente liberan gas, y no líquido, en tanto que el vehículo esté en su posición normal. Como medida de seguridad adicional, el espacio de aislamiento entre las dos paredes está equipado con una válvula de sobre presión de baja presión.

Debido a que la operatividad de estas válvulas es vital para aliviar el exceso de presión de la cisterna y prevenir el fallo de la misma, no se ha de permitir jamás que se inutilicen por la formación de hielo. Así pues, se ha de mantener lejos el agua de las válvulas de las cisternas criogénicas. El gas sale sobre-enfriado y congelaría cualquier líquido que entrara en contacto con ellas.

CAPITULO IV
IMPLEMENTACIÓN

4 IMPLEMENTACIÓN

4.1 REQUERIMIENTO DE LINDE

La empresa requiere implementar un sistema que evite la cavitación que se genera en las bombas, esto se produce debido a que al realizar la descarga el sistema de cañerías del tráiler no se encuentra a temperatura de operación, lo que sucede es que al circular el material criogénico por las cañerías que se encuentran en contacto con la intemperie el líquido se evapora haciendo circular solo gas por la bomba lo cual provoca un funcionamiento en vacío o en cavitación que las termina quemando, esto en gran parte es falla del operador que por realizar una descarga más rápida, no espera el tiempo necesario para que el sistema se encuentre en óptimas condiciones de temperatura, También es el caso de quemarlas por sobretensión, debido a que en la parte trasera existe un acelerador conectado en forma directa al computador del camión lo que permite acelerar, este a su vez gira el cardan conectado al generador, lo cual conlleva al generador a generar mayor tensión fuera de las tensiones nominales de la bomba. Otro punto a señalar es el descuido del operador ya que una vez cebada la bomba y realizando la descarga abandonan el proceso dejándolo sin supervisión, lo cual es primordial en un sistema como este.

4.2 ESTÁNDARES GLOBALES

4.2.1 FILTROS DE MONEL.

Un Filtro de línea debe ser instalado en la tubería que conduce a la entrada (succión) de la bomba.

El filtro debe Fabricarse a partir de Monel 400.

Debe tener un tamaño máximo de malla de 500 micras.

Tener una superficie doble que el de la zona del tubo de sección transversal.

Estar posicionado de manera que el producto no pueda entrar en la bomba, sin pasar a través del filtro.

4.2.2 PARADAS DE EMERGENCIA Y APAGADO.

Botones de parada de emergencia deben ser instalados de acuerdo con las normativas locales. El mínimo estándar Linde es de tres, instalado en:

- Uno disponible en el área del gabinete o el control
- Uno en el lado derecho del gas criogénico aire semi-remolque (longitud de aproximadamente medio)
- Uno en el lado izquierdo del gas criogénica del aire semi-remolque (aproximadamente a la mitad de longitud)
- Botones de parada de emergencia deben detener la transferencia (envío) de la bomba y cerrar la válvula de corte de emergencia en la tubería de transferencia.
- Sistema de parada de emergencia debe ser desencadenada por condiciones de fuego sin intervención del operador (se puede lograr mediante el uso de líneas de aire de plástico que se funden durante el incendio).

4.2.3 PERDIDA DE FLUJO EN BOMBA DE TRANSFERENCIA (LOP).

La bomba de transferencia debe estar equipada con un sistema de detección de cavitación para proteger contra el daño de la bomba y posibles incendios causado por cavitación de la bomba o funcionamiento en seco.

El requisito mínimo es que un interruptor de presión diferencial que se instala entre la entrada de la bomba (succión) y la brida de salida de la bomba (descarga). El interruptor debe estar configurado para detener el funcionamiento de la bomba cuando la presión diferencial entre la entrada de la bomba y bridas de salida cae por debajo del mínimo recomendado por el fabricante de la bomba.

Se debe tener en cuenta el entorno de trabajo y la necesidad de protección adicional contra la pérdida de cebado. Protección adicional puede incluir:

Configuración de una sonda de temperatura en el conducto de transferencia de salida de la bomba para detener la bomba de transferencia si la temperatura se eleva por encima del umbral de temperatura de tiempo de reutilización.

La velocidad de la bomba de control y el establecimiento de un umbral de velocidad invadido para activar la bomba cerrada.

1. Al arrancar la bomba, la protección LOP no debe ser suspendido por más tiempo que el recomendado por el fabricante de la bomba. En ausencia de recomendaciones, protección LOP no debe ser suspendido por más de 15 segundos.
2. La protección de la bomba LOP no debe ser suspendido después de que la bomba haya comenzado.
3. El sistema de control de la bomba debe tener la función de limitar el tiempo puede ser el sistema de protección LOP suspendido, esta función debe ser a prueba de manipulaciones.

4.2.4 PROTECCIÓN DE ENFRIAMIENTO EN BOMBA DE TRANSFERENCIA.

Para controlar el tiempo de reutilización de la bomba de transferencia, se recomienda que a la salida de la bomba (descarga) sea instalado un sensor de temperatura, situado a lo largo de la tubería entre la salida de la bomba (Descarga) y la tubería de retorno al recipiente interno (re-ciclo); idealmente dentro de 300 a 600 mm de la tubería, el sensor debe ser insertado de manera que el sensor lea la temperatura en el centro de la tubería el sistema de control debe ser configurado para inhibir arranque de la bomba en las condiciones siguientes.:

- Cuando la temperatura está por encima de -140°C .

- Durante el proceso de enfriamiento de la bomba que está especificado por el fabricante de la bomba y depende de la temperatura de la bomba antes de ser enfriada (típicamente 10 a 15 minutos para el tiempo de utilización de bomba a una temperatura ambiente). Esto quiere decir que el sistema debe tener un permisivo por tiempo el cual debe estar parametrizado para permitir el arranque de la bomba 10 a 15 minutos luego de iniciar el proceso de enfriamiento.

4.2.5 SISTEMA DE FRENO DEL TRÁILER

El sistema de freno de enclavamiento debe ser proporcionada para asegurar remolque no puede ser movido mientras se realiza la carga o descarga.

4.2.6 FLOW MOTOR.

Todos los tráileres, sin importar requisito inicial debe ser construido con un tramo recto de la tubería para permitir la futura instalación de flujómetro, este tramo recto de tubería debe ser a la descarga de la bomba y debe ser de un metro lineal con modificaciones mínimas.

Los requisitos de instalación del flujómetro de instalación dadas por el fabricante deben cumplirse estrictamente y revisado con Linde antes de la construcción.

4.2.7 PROCEDIMIENTO DE DESCARGA CON BOMBA

Para la operación de descarga de líquidos criogénicos con bomba de transferencia debe estar regida por un procedimiento local, regional o global, y los conductores deben estar entrenados en dicho procedimiento, para validar la aplicación del procedimiento se deben hacer acompañamiento o auditorias de descarga a los conductores.

4.2.8 TOMAS DE LLENADO EN TANQUES Y TRAILERS.

Para garantizar que no exista la probabilidad de realizar despachos en recipientes que no corresponden al producto transportado, tanto los tanques como los trailers deben tener tomas diferenciadas para cada producto. De esta manera se reduce el riesgo operacional de productos cruzados.

4.2.9 UTILIZACIÓN DE ISOS EN OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE LÍQUIDOS.

- La utilización de ISOS en operaciones de Distribución Líquidos locales e internacionales debe estar controlada de manera de garantizar la seguridad operacional, para ello se deben establecer controles que permitan analizar los factores de riesgo que puedan estar afectando el transporte terrestre de estos equipos. Dichos controles son:
 - Análisis de ruta.
 - Determinación de equipo de transporte en función a análisis de ruta y topografía.
 - Entrenamiento de conductores. Mantenimiento de equipo de transporte (camión y plataforma). Mantenimiento de ISO.

4.3 **LÍNEA PERMISIVA O DE SEGURIDAD**

4.3.1 FUNCIONAMIENTO

El sistema se implementó de tal manera que no inicia si ciertas variables no están correctas, como es el caso de las tres paradas de emergencia que posee el tráiler dos laterales y una en tablero, también se cuenta con dos paradas de emergencia laterales de la válvula de globo X3.

El sistema tampoco arranca si la temperatura no coincide con el set point (-140) de un controlador de temperatura novus1500 que igualmente está conectada al PLC

También se proyectó la conexión del Flowcom 2000 que es un medidor de flujo el cual cuenta con contactos secos que se pueden intercalar en esta línea de control permisiva, el sistema se detiene si entra en cavitación por más de 15 segundos, otro punto a destacar es que si el proceso de descarga inicia y el operador no presiona el pulsador de alerta al descuido, después de 15 segundos parpadeando la luz piloto, la descarga se detiene de igual manera, esto ocurre cada 5 min para cerciorar la presencia del operador en la descarga. Además, el sistema va creando una ficha del operador cómo se comporta en cada descarga, si la realiza de manera manual o automático, si es que el proceso se detiene, toda esta información la almacena el controlador para crear una ficha de funcionamiento de los equipos y del operador.

4.3.2 LUCES PILOTO DISPONIBLES

El tablero cuenta con diversas luces pilotos, que se detallan a continuación

- Presencia 12V de batería (12V).
- Presencia 24V alimentación (24V).
- Falla térmica (HS MOTOR).
- Temperatura OK (T°).
- Parada de emergencia (P.E).
- Estado Válvula X3 (ZSH).
- Luz piloto cavitación (PDLS).
- Luz piloto presión de aire en la línea (PLS).

4.3.3 CONTROL DE ACELERACIÓN.

Para la problemática de la sobretensión se implementó un supervisor de tensión Lovato PMV-70 su función principal es obtener valores de tensión de salida del generador y controlarla mediante contactos secos que este posee, es decir, si la tensión es superada este cambia de estado en sus contactos, lo que conlleva a cortar la excitación del generador de esta manera se protege la bomba. La aceleración del

camión es controlada mediante un joystick dispuesto en el tablero que está conectado al computador del camión, permitiendo acelerarlo desde el tablero y no necesariamente de la cabina del conductor, esto es para permitir al sistema a llegar a presiones mayores en casos que lo requieran.

4.4 LISTADO DE PUNTOS

4.4.1 ENTRADAS PLC.

A continuación, se detallan las entradas del controlador (Tabla4-2)

DESCRIPCIÓN	SIGLA	CONTROL	SEÑAL	ENTRADA PLC	N° TAG	CABLEADO
SELECTOR AUTOMÁTICO/MANUAL	A/M	K50	DI	0.0	77	CABLE TAG 18AWG
PRESSURE LOW SWITCH	PLS	K51	DI	0.1	75	CABLE TAG 18AWG
POSITION SWITCH HIGH LEVEL	ZSH	K52	DI	0.2	76	CABLE TAG 18AWG
PRESSURE DIFFERENTIAL LEVEL SWITCH	PDLS	K53	DI	0.3	78	CABLE TAG 18AWG
START STOP	ST/SP	K54	DI	0.4	67	CABLE TAG 18AWG
ALERTA AL DESCUIDO	A/D	K55	DI	0.5	79	CABLE TAG 18AWG
MOTOR RUN	M/R	K56	DI	0.6	68	CABLE TAG 18AWG
EMERGENCY STOP	E.S	K57	DI	0.7	81	CABLE TAG 18AWG

Tabla 4- 1 Entradas PLC

4.4.2 SALIDAS PLC.

A continuación, se detallan las salidas del controlador. (Tabla 4-2)

DESCRIPCIÓN	SIGLA	CONTROL	SEÑAL	SALIDA PLC	N° TAG	CABLEADO
VALVULA SOLENOIDE GLOBO	X3	K60	DO	0.0	83	CABLE TAC 18 AWG
HS MOTOR	HSM	K61	DO	0.1	84	CABLE TAC 18 AWG
EMERGENCY STOP	E.S	K62	DO	0.2	85	CABLE TAC 18 AWG
TEMPERATURA OK°	C°OK	N/A	DO	0.3	86	CABLE TAC 18 AWG

Tabla 4- 2 Salida PLC

4.5 EQUIPAMIENTO PRINCIPAL

4.5.1 PLS

Pressure low switch indicador de presión baja, la finalidad de este sensor es diferenciar si existe, presión en la línea que permite la apertura de la válvula X3 debido a que es una válvula de globo alimentada de manera neumática.



Figura 4- 1 Switch indicador de presión

4.5.2 ZSH

Position switch high level, interruptor de posición de nivel alto, este indica la posición de la válvula de globo X3, es decir, si se encuentra abierta o cerrada.

Esta supervisión se realizó mediante un sensor inductivo instalado en terreno en la parte superior de la válvula de globo X3.



Figura 4- 2 Sensor Inductivo

4.5.3 PDLs

Pressure differential low switch, interruptor de presión baja diferencial, la principal función de este comparar las presiones de entrada y salida, para que sean lo más semejantes posible, en caso de no estar dentro de los parámetros establecido, se entiende que la bomba entra en cavitación activando su cambio de estado.



Figura 4- 3 Switch diferencial de presión

4.5.4 PT100

Sensor de temperatura PT100, la cual está encargada de obtener la temperatura del sistema, informando de la temperatura al controlador Novus-1500 y de esta manera evitar la cavitación, obteniendo del sistema las temperaturas correspondientes.



Figura 4- 4 PT100

4.5.5 PLC SIEMENS S7-1200

Controlador Siemens S7-1200 controlador principal encargado del control, y correcto funcionamiento del sistema, todas las señales de campo llegan a él. **ANEXO**



Figura 4- 5 PLC Siemens S7-1200

4.5.6 LOVATO PMW-70

Sensor que obtiene y compara valores de tensión de entrada que entrega el generador, para proteger la bomba de sobretensiones mediante un set point previamente establecido, es el principal encargado de controlar la aceleración que provoca el operador mediante el movimiento del joystick dispuesto en el tablero de control. **ANEXO**



Figura 4- 6 Lovato PMV-70

4.5.7 NOVUS N-1500

Controlador de temperatura que obtiene la señal a partir de la PT100 instalada directamente dentro de una de las tuberías del sistema obteniendo los valores de temperatura. Estos al llegar a los ajustes preestablecidos abren y cierran contactos informando al controlador que el sistema se encuentra dentro de los parámetros normales de trabajo. **ANEXO**



Figura 4- 7 NOVUS 1500

4.5.8 MULTIPLICADOR DE VELOCIDAD MSM SAM-10V

Sistema conectado directamente del cardan de camión el cual, a través de manera mecánica mediante engranes su interior permite multiplicar las RPM

- Velocidad de entrada: 1600RPM
- Velocidad de salida: 3560
- Potencia: 50HP



Figura 4- 8 Montaje multiplicador de RPM



Figura 4- 9 Multiplicador de RPM

4.5.9 GENERADOR TRIFÁSICO

Generador de excitación independiente que se encuentra conectado directamente al multiplicador de RPM, el cual alimenta la bomba criogénica.

- Modelo: WEG DBL16504 IF
- Potencia;30KVA
- Revoluciones: 3600 RPM
- Tensión nominal: 460V
- Corriente nominal 37,7
- IP w55
- FP: COS 0.8

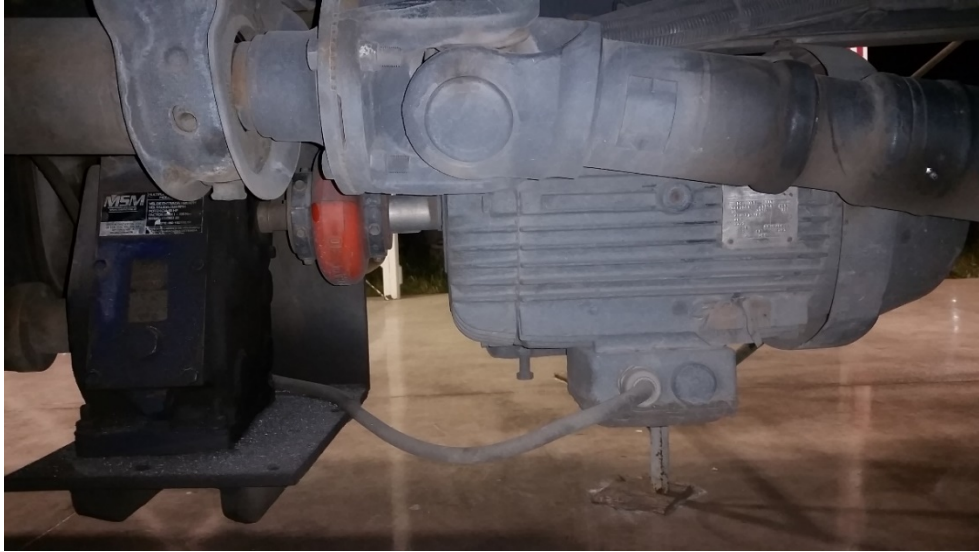


Figura 4- 10 Montaje generador



Figura 4- 11 Placa de características generador

4.5.10 BOMBA CENTRIFUGA CRYOSTAR CBSL 155

Bomba centrífuga diseñada para líquidos criogénicos encargada de la recirculación del líquido

- Modelo: CBSL
- Velocidad: 7150 RPM
- Fluido: nitrógeno líquido (LIN)
- Voltaje: 460V
- Potencia: 30HP
- Frecuencia: 120HZ



Figura 4- 12 Bomba Criogénica.



Figura 4- 13 Placa de características bomba criogénica

4.6 LISTADO DE MATERIALES

Item	Descripción	Cant.	U. Medida
1	Termocontrolador novus n1500	1	Unid.
2	Guardamotor 37-50 50ka gv3p50 schneider	1	Unid.
3	Amper panel analog 72x72 0-80 transf fenix	1	Unid.
4	Volmetro panel analog 72x72 0-500v fenix	1	Unid.
5	Selec volmetro 4 pos panel gn-1267u lovato	1	Unid.
6	Selec ampermetro 4 pos panel gn-1298u lovato	1	Unid.
7	Transf. Corriente 50/5a	3	Unid.
8	Pulsador nc+na 24v rojo xv4bw34b5 schneider	2	Unid.
9	Pulsador nc+na 24v verde xv4bw33b5 schneider	1	Unid.
10	Piloto lum met arm c/led 24vac/dc azul scheider	1	Unid.
11	Piloto lum met arm c/led 24vac/dc amarillo scheider	1	Unid.
12	Piloto lum met arm c/led 24vac/dc blanco scheider	1	Unid.
13	Piloto lum met arm c/led 24vac/dc rojo scheider	4	Unid.
14	Borne de tierra 6.0mm verde/amarillo	4	Unid.
15	Borne conexion estand 6.0mm gris	12	Unid.
16	Borne conexion estand 2.5mm gris	12	Unid.
17	Tope de fijación p/riel paso 8mm037511 legrand	3	Unid.
18	Tapa terminal p/borne c/torn 5-10mm 037550 legrand	4	Unid.
19	Canaleta ranurada 42x20x2m 40.20.77	1	Unid.
20	Riel din liso 1000mm	1	Unid.
21	Cable gpt nº 18 awg 300v 75° amarillo	30	Mts
22	Cable gpt nº 18 awg 300v 75° rojo	30	Mts
23	Cable gpt nº 18 awg 300v 75° negro	30	Mts
24	Cable gpt nº 18 awg 300v 75° azul	30	Mts
25	Cable gpt nº 18 awg 300v 75° gris	30	Mts
26	Cable gpt nº 18 awg 300v 75° café	30	Mts
27	Cable gpt nº 18 awg 300v 75° blanco	30	Mts
28	Cable gpt nº 18 awg 300v 75° verde	30	Mts
29	Cable gpt nº 16 awg 300v 75° blanco	30	Mts
30	Cable gpt nº 16 awg 300v 75° negro	30	Mts
31	Pulsa emergencia rotar 40 rojo metalico 1nc lovato	3	Unid.
32	Base de fijacion puls lovato	3	Unid.
33	Etiqueta p/puls emergencia lovato	3	Unid.
34	Selec lov arm 2 pos fija m/l met 1na lovato	1	Unid.
35	Block lov contacto 1nc lovato	2	Unid.
36	Conecto auxiliar na/nc gv ae11	1	Unid.

37	Pc borne porta fusible uk 5x20mm sin ind	5	Unid.
38	Fusible vidrio 2 amp corto	5	Unid.
39	Fusible vidrio 5 amp corto	5	Unid.
39	Fusible vidrio 5 amp corto	5	Unid.
40	Horometro 24vac digital le8n-bn c/pilas 48x24mm	1	Unid.
41	Prensas estopas ip68 9pg 0-8mm	5	Unid.
42	Prensas estopas ip68 13.5pg 6-12mm	5	Unid.
43	Prensas estopas ip68 16pg 10-14mm	5	Unid.
44	Prensas estopas ip68 21pg 13-18mm	5	Unid.
45	Funda termoretractil 1/4x1 mt fp-301	3	Mts
46	Etiqueta lovato p/puls tae218 lm2tae218 lovato	1	Unid.
47	Etiqueta llovato p/puls tae227 lm2tae227 lovato	1	Unid.
48	Relé secuencia y falta de fase lovato pmv-70	1	Unid.
49	Relé secuencia y falta de fase 208-480v pmv10	1	Unid.
50	Cordon ho7 rm-f 3x2.5mm goma	30	Mts
51	Cordon ho5 2x0.75mm negro	30	Mts
52	Ferrul ais 0,75mm 20awg et0.75-8 fenix	200	Unid.
53	Ferrul ais 1,50mm 16awg et1.5-8 fenix	100	Unid.
54	Ferrul ais 10,00mm 8awg et10-12 fenix	100	Unid.
55	Terminal hembra cubierto 14-16 awg	25	Unid.
56	Amarra cable c/placa 100x2.5mm	100	Unid.
57	Placa viking/3 100 etiquetas 5mm	100	Unid.
58	Placa viking 100 etiquetas 6mm	100	Unid.
59	Placa viking 100 etiquetas 8mm	100	Unid.
60	Rotulador de tinta negra indeleble legrand	1	Unid.
61	Plc mitsubishi alpha-al2 6in/8out	1	Unid.
62	Joystick lovato	1	Unid.
63	Rele miniatura 1p bob.24vcc/ca	8	Unid.
64	Mando exterior p/gv3p-gv3l gv3apn01 schneider	1	Unid.
65	Caja acero ixox. 50x35x20	1	Unid.
66	Rele miniatura tele 2p bob.24vcc	2	Unid.
67	Base p/rele rp ancho 15mm	2	Unid.
68	Set marcas 16-14awg (1.5-2.5mm ²) 200 dig 0-9	3	Unid.
69	Set marcas 20-18awg (0.5-1.5mm ²) 200 dig 0-9	3	Unid.
70	Set de letras adhesivas de palabras negras	Todas	

Tabla 4- 3 Listado materiales

4.7 FALENCIAS

El sistema en si funciona sin mayores complicaciones siempre con la presencia de un operador que esté operando las válvulas manuales presentes , una de las falencias detectadas es que si algo falla los operadores no tiene el conocimiento necesario como para poder discernir que está fallando a nivel eléctrico, teniendo en cuenta que en terreno la descarga se debe realizar y solo se encuentra la persona que es operador y chofer , pero es cosa de tiempo para que los operadores se familiaricen con el sistema, otra de las falencias detectadas es la protección al generador, en este caso no existe ninguna protección que supervise al generador en caso de corto circuito , sobretensiones, fallas a tierra etc.

Aguas abajo del generador esta todo protegido con sus respectivos , fusibles, protecciones termomagnéticas, aunque siempre está presente la posible falla de algún equipo o instrumento de medición, debido a que los camiones viajan a lo largo de todo chile bajo diversas condiciones climáticas, además de las vibraciones que están siempre presentes y que juegan un rol importante a la hora de realizar esta implementación, he ahí la importancia de realizar siempre las mantenciones necesarias para mantener este sistema en condiciones óptimas, y así garantizar tanto seguridad al operador , como una durabilidad de los equipos.

Otra falencia a detectada es el pequeño espacio que existe en donde se monta el tablero y dentro del tablero, los espacios son demasiados reducidos y por ende cuesta trabajar de manera cómoda dentro de él, pero solo personal calificado tendrá acceso a este.

4.8 MEJORAS.

Una de las mejoras a realizar en cuanto al generador es implementar un sistema que lo proteja, las principales fallas de los generadores, las más comunes son las siguientes

Fallas en el estator:

- Entre fases.
- Entre fases y tierra.
- Entre espiras.

Fallas en el rotor:

- Perdida de campo.
- Cortocircuito en el campo.

Externas

- Cargas desbalanceadas.
- Sobrecargas.
- Sobre voltajes.
- Perdida de sincronismo.

Teniendo en cuenta estas posibles fallas se puede llevar a cabo la integración de un relé de protección especialmente diseñado para generadores, lo cual permita al sistema ser más seguro en cuanto a fallas, en el mercado existen diferentes opciones y valores dependiendo del grado de protección que se quiera aplicar y de las tecnologías que se puedan aplicar.

Otra mejora que se puede llevar a cabo es proceder con la división del tablero de fuerza y de control es decir poseer dos tableros pequeños a que uno solo más extenso, esto permitirá ubicar ambos tableros en diferentes posiciones para así maniobrar de mejor manera en caso de mantenciones reparaciones y/o modificaciones.

COMENTARIOS.

Esta implementación se encuentra en correcto funcionamiento hasta el día de hoy, las falencias detectadas fueron notificadas para sus futuras mejoras, en terreno se realizaron pruebas de configuración calibración y puesta en marcha, además de la capacitación al personal de la planta, tanto como operador y eléctrico para su correcta operación, funcionamiento y mantención.

CONCLUSIONES.

Gracias a las nuevas tecnologías implementadas en los sistemas de control actuales, es posible supervisar procesos que permiten integrar a los antiguos dispositivos sin demasiada intervención. En este caso, la descarga de material criogénico que se realiza desde un camión cisterna y permite que esta se realice de manera segura, protegiendo al operador, personas que se encuentren en el área de descarga, equipos e instalaciones

Se describió y se adquirió el conocimiento acerca del proceso de generación y transporte de gases criogénicos, además de los tipos de uso y precauciones al manipular distintos tipos de gases.

Se realizó el levantamiento del equipo existente para así poder comprender de mejor forma este tipo de proceso y llevar a cabo esta implementación conociendo los equipos que se iban a intervenir.

Los planos en AutoCAD, bosquejos y diagramas de flujo, se diseñaron para organizar los elementos dispuestos en el tablero, ubicaciones para los diferentes modos de funcionamientos y eventuales fallas.

En cuanto a la seguridad del proceso por ser uno de carácter crítico, se establecieron todos los parámetros y requerimientos que Linde Propuso de tal manera de realizar un sistema seguro.

Desde el desarrollo de los planos la construcción ,armado, cableado del tablero , hasta la implementación y puesta en marcha de este proyecto se permitió estar presente durante todo el proceso, y gracias a las aptitudes adquiridas durante la carrera, se pudo dilucidar y desarrollar esta implementación sin mayores dificultades, pero siempre dispuesto a adquirir nuevos conocimientos, respecto al proceso específico en el cual se trabajó ,desde la generación , almacenamiento, a los riesgos y peligros asociados al transporte y manejo de líquidos criogenizados, además de sus aplicaciones en distintos escenarios como es en la medicina y la industria ,las medidas de seguridad en planta , y conocer las características de cada gas almacenado en esta, los protocolos a seguir en caso de emergencia, tanto en la planta como en terreno.

Finalmente, luego de esta experiencia laboral, se pudo desarrollar un proyecto completo asumiendo las responsabilidades que este conlleva y llevando a cabo diferentes habilidades, que en un futuro este conocimiento podrán ser aplicadas de manera más técnica y potenciar como profesional al alumno.

BIBLIOGRAFÍA.

Real Academia Española. (2001). Disquisición. En Diccionario de la lengua española (22.a ed.).[1]

Rogelio González Pérez. (2013). criogenia. Calculo de equipos. recipientes a presión. España: Díaz de santos.[2]

Solé Creus, A (2010), "*Instrumentación industrial 8va edición*", Marcombo, España. (pag.1) [3], (pag.504) [3], (pág. 71) [7] (pág. 583) [8]

Ogata, K (2003), "*Ingeniería de control moderna*", Pearson Educación, S.A, Madrid. (pag.8) [2]

Boylestad, R. L. (2006). *Introducción al análisis de circuitos* (10a. ed.). México: Pearson Educación.[4]

Guerrero, V., Yuste, R. L., & Martínez, L. (2010). *Comunicaciones industriales* (Primera edición, segunda reimpresión 2016.). México: Alfaomega Grupo Editor.

Sánchez Acedo, J (2006) "*Instrumentación y control avanzado de procesos*", Ediciones Días de Santos, S. A, España. (pag.144-145) [5], (pag.145) [5], (pag.146) [6]

LINKOGRAFÍA.

- <https://automatizacionindustrial.wordpress.com/2011/02/09/queeslaautomatizacionindustrial/>[1]
-
- http://prof.usb.ve/mirodriguez/control/Sistemas_y_transformada_de_laplace/definiciones.html [2]
- <http://dea.unsj.edu.ar/control1b/teoria/unidad1y2.pdf> [3] [10]
- <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=562> [4]

ANEXOS

PLANOS